

RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA *DRUM SEEDER* UNTUK SISTEM TUMPANG SARI (*Design and Performance Test of Drum seeder for Intercropping System*)

Muqorob Tajalli¹, Joko Wiyono¹, Lilik Tri Mulyantara¹, dan Marulloh¹

¹Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian
Jl. Sinarmas Boulevard, Pagedangan, Tangerang, Banten 15338
Telp : (021) 75675918
Email : muqorob@pertanian.go.id

Diterima: 14 Februari 2020; Disetujui: 21 Februari 2020

ABSTRAK

Pada saat ini pemanfaatan lahan kering untuk budidaya padi, jagung dan kedelai masih belum optimal, sehingga memerlukan teknologi yang dapat meningkatkan efisiensi, produktivitas dan nilai tambah hasil panen. Kelangkaan tenaga kerja menyebabkan kegiatan budidaya dengan sistem tumpang sari kurang efisien, salah satunya, yaitu kegiatan tanam. Oleh karena itu, diperlukan teknologi mekanisasi untuk memecahkan masalah tersebut, yaitu dengan rekayasa dan pengembangan implemen tanam benih. Tujuan kegiatan ini adalah merancang bangun dan menguji kinerja implemen tanam benih tipe drum dengan penggerak traktor roda empat pada sistem tumpang sari padi gogo– jagung dan padi gogo–kedelai. Hasil uji kinerja *drum seeder* untuk tumpang sari padi gogo–jagung menunjukkan kapasitas lapang efektif 0,59 ha/jam, kecepatan kerja 2,52 km/jam dan efisiensi 82,14%. Hasil uji kinerja *drum seeder* untuk padi gogo–kedelai diperoleh kapasitas lapang efektif, kecepatan kerja lapang dan efisiensi masing–masing 0,63 ha/jam, 2,46 km/jam dan 80,93%. Persentase lubang kosong benih padi gogo dan jagung yang didapatkan dari uji kinerja pada *drum seeder* tumpang sari padi gogo–jagung adalah 5,2% dan 5,5%. Persentase lubang kosong benih padi gogo dan kedelai yang didapatkan dari uji kinerja pada *drum seeder* tumpang sari padi gogo–kedelai adalah 5,3% dan 5,6%.

Kata Kunci: Desain, Kinerja, *Drum Seeder*, Sistem Tumpang sari

ABSTRACT

Currently, dryland utilization for rice, corn, and soybeans cultivation is not optimal yet, it requires technology that able to increase efficiency, productivity and added-value of harvested product. Lack of labor in the agricultural sector affected cultivation using the intercropping system becomes less efficient, one of which is seedling activity. Therefore, it needed mechanization technology to solve the problem, namely by the design and development of a seeder. The purpose of this activity was to design and conduct performance test of a seeder generated by four-wheel tractor for intercropping systems of upland rice-corn and upland rice-soybeans. The performance test results of the drum seeder for intercropping upland rice-corn indicated the effective field capacity of 0.59 ha/hr, work speed of 2.52 km/hr, and efficiency of 82.14%. The performance test results of the drum seeder for intercropping upland rice-soybean showed the effective field capacity of 0.63 ha/hr, work speed of 2.46 km/hr, and efficiency of 80,93%. The missing hill percentage of upland rice and corn seeds for intercropping upland rice-corn were 5.2%, and 5.5%, respectively. Moreover, the missing hill percentage of upland rice and soybean seeds for intercropping upland rice-soybean were 5.3% and 5.6%, respectively.

Keywords: Design, Performance Test, *Drum Seeder*, Intercropping System

PENDAHULUAN

Total luas lahan kering di Indonesia adalah sekitar 144,47 juta ha (Balitbangtan, 2014). Karena sifat alaminya, sekitar 82% dari

total lahan kering tergolong sebagai lahan kering sub-optimal. Lahan kering masam merupakan lahan kering sub-optimal yang menempati luasan paling dominan, yaitu sekitar 107,36 juta ha (sekitar 74,3% dari total luas

lahan kering), sedangkan sekitar 10,75 juta ha (7,4% dari total luas lahan kering) merupakan lahan kering beriklim kering. Luas lahan kering masam dan lahan kering iklim kering yang berpotensi untuk pengembangan pertanian masing-masing sekitar 62,64 dan 7,76 juta ha (Mulyani & Sarwani, 2013) menyatakan bahwa luas lahan kering suboptimal yang sesuai dan tersedia untuk perluasan pertanian tanaman semusim sekitar 7,08 juta ha, sedangkan untuk tanaman tahunan sekitar 15,31 juta ha.

Pemanfaatan lahan kering untuk budidaya padi, jagung dan kedelai yang belum optimal memerlukan teknologi yang dapat meningkatkan produktivitas di lahan kering. Pola tanam tumpang sari bertujuan untuk memanfaatkan faktor produksi yang dimiliki petani secara optimal, pemakaian pupuk dan pestisida lebih efisien, mengurangi erosi, konservasi lahan, stabilitas biologi tanah, serta mendapatkan produksi total yang lebih besar dibandingkan penanaman secara monokultur.

Tumpang sari memiliki efek signifikan pada sifat mikrobiologis dan kimia di *rhizosfer*, yang dapat berkontribusi pada peningkatan hasil dengan tumpang sari (Song *et al.*, 2007). Tumpang sari jagung dengan kacang tunggak menghasilkan biomassa tanaman dari kacang tunggak dan meningkatkan hasil panen jagung (Latati *et al.*, 2014).

Permasalahan kelangkaan tenaga kerja budidaya tumpang sari menyebabkan kegiatan budidaya dengan sistem tumpang sari menjadi kurang efisien, salah satunya yaitu kegiatan tanam. Pada umumnya, alat dan mesin tanam benih yang sudah dikembangkan adalah alat dan mesin tanam benih yang hanya bisa dimanfaatkan untuk budidaya *monokultur* dan ditarik oleh traktor roda dua (BBP Mektan, 2016).

Selain itu juga dikembangkan alat dan mesin pengolah tanah yang diintegrasikan dengan penanam benih langsung yang ditarik oleh traktor roda *crawler* (BBP Mektan, 2017). Alsin ini hanya bisa digunakan untuk budidaya *monokultur* untuk tanaman padi.

Menurut Alam *et al.* (2007) bahwa penanam padi dengan tanam langsung menggunakan *drum seeder* lebih menguntungkan 19% dari sistem tanam pindah dan 79% dari sistem tebar (*broadcast*). Oleh karena itu, dibutuhkan alat dan mesin tanam benih langsung dengan *drum seeder* untuk lahan kering yang dapat digunakan untuk tumpang sari padi gogo–jagung dan padi gogo–kedelai. Tujuan kegiatan rekayasa ini adalah untuk melakukan rancang bangun dan uji kinerja implemen tanam benih tumpang sari padi gogo–jagung dan padi gogo–kedelai dan dapat ditarik oleh traktor roda empat.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Kerekayasa ini dilaksanakan dari bulan Maret sampai Nopember 2019. Perancangan alat ini dilakukan di Laboratorium Desain Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Pembuatan prototipe dilaksanakan di Laboratorium Perekayasa Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Pengujian fungsional dilakukan di kebun percobaan Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian sedangkan pengujian kinerja dilaksanakan di *Demfarm* Dinas Pertanian Kab. Cianjur.

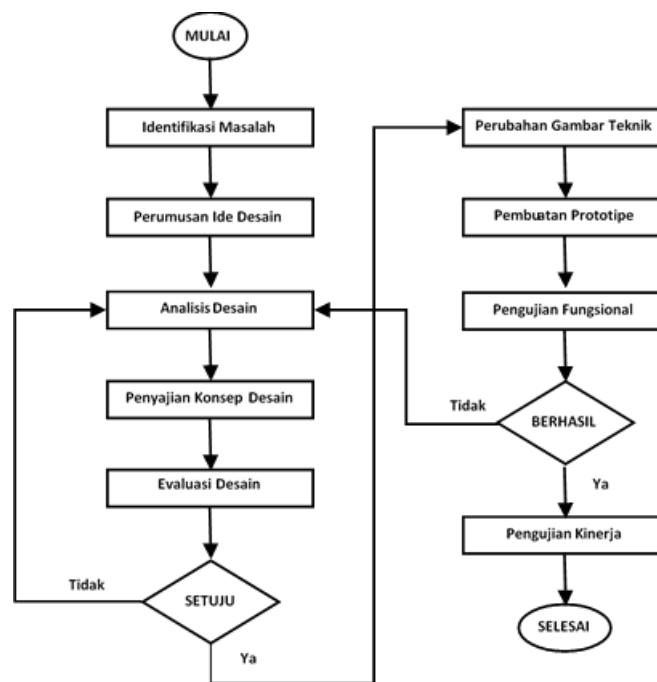
Alat Dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam perekayasa ini terdiri dari bahan konstruksi

mesin untuk pembuatan prototipe *drum seeder* dan bahan untuk pengujian berupa varietas benih padi gogo digunakan *Inpago 11*, benih kedelai digunakan varietas *Dena 1* dan benih jagung digunakan hibrida *Bisi*. Peralatan yang digunakan dalam rekayasa ini terdiri dari alat yang dipergunakan untuk desain, pembuatan prototipe dan pengujian kinerja. Untuk mendukung analisis Desain digunakan perangkat lunak *SolidWorks 2011*.

Tahapan Rekayasa

Tahapan rekayasa yang dilakukan secara umum terdiri dari: 1) identifikasi masalah; 2) perumusan ide desain; 3) analisis desain; 4) penyajian konsep desain, 5) evaluasi desain; 6) pembuatan gambar teknik; 7) pembuatan prototipe; 8) pengujian fungsional prototipe, dan 9) pengujian kinerja prototipe (Gambar 1).



Gambar 1. Bagan alir tahapan rekayasa

Parameter Desain

Aspek Agronomis

Jarak antar tanaman padi gogo – jagung dan padi gogo – kedelai adalah 50 cm. hal ini dimaksudkan agar tidak terjadi naungan antar tanaman. Jarak antar komoditas dalam budidaya tumpang sari mempengaruhi besarnya cahaya matahari yang diterima oleh tanaman (Dewi *et al.*, 2014). Pada pola tanam

tumpang sari jagung dan padi gogo, jika kerapatan tanaman jagung terlalu tinggi, intensitas cahaya matahari yang sampai permukaan daun tanaman padi gogo sangat berkurang. Intensitas radiasi matahari yang terlalu rendah pada stadium vegetatif akan mengganggu pertumbuhan padi gogo, karena laju fotosintesis berkurang sehingga penyerapan air dan unsur hara juga berkurang (Trenbath, 1996).

Tanaman kedelai memiliki respon terhadap cahaya, suhu dan CO₂. Oleh sebab itu, jarak antar padi gogo dibuat menjadi 50 cm agar tidak terjadi persaingan antara padi gogo–kedelai (Taufiq & Sundari, 2012).

Rekomendasi sistem tumpang sari padi gogo, jagung dan kedelai yang dikeluarkan BPTP Jatim (2018) yang dapat diterapkan di lahan kering di Indonesia; tanam populasi rapat, dengan jarak tanam yang sudah ditetapkan untuk jarak tanam padi gogo : 20 cm (antar barisan) x 10 cm (dalam barisan), jarak tanam jagung : 40 cm (antar barisan) x 12.5-15 cm (dalam barisan), jarak tanam kedelai : 30 cm (antar barisan) x 12.5-15 cm (dalam barisan).

Kebutuhan benih yang dikeluarkan oleh BPTP Jatim (2018) untuk budidaya tumpang sari padi gogo – jagung adalah padi gogo 50 kg/ha dan jagung 20 kg/ha. Sedangkan kebutuhan benih untuk budidaya tumpang sari padi gogo – kedelai adalah padi gogo 50 kg/ha dan kedelai 40 kg/ha.

Populasi tanaman yang didapatkan dari kebutuhan benih yang dikeluarkan oleh BPTP Jatim (2018) untuk budidaya tumpang sari padi gogo–jagung adalah padi gogo 250.000 rumpun/ha dan jagung 66.600 tanaman/ha. Sedangkan budidaya tumpang sari padi gogo–kedelai memiliki populasi untuk padi gogo 250.000 rumpun/ha dan kedelai 111.100 tanaman/ha. BPTP Kalteng menyatakan bahwa kedalaman penanaman benih padi gogo yang tepat berada pada kedalaman 4–5 cm. kedalaman yang optimal untuk pertumbuhan

benih jagung adalah 5 cm (Pratama et al., 2014). Untuk benih kedelai kedalaman benih yang tepat berada pada kedalaman 2-3 cm (Resmayeti, 2012).

Karakteristik Benih

Desain tabung benih untuk implemen tanam benih tumpang sari padi gogo – jagung dan padi gogo – kedelai mengacu pada karakteristik benih padi gogo varietas *Inpago* 11, kedelai varietas Dena 1 dan jagung varietas Hibrida Bisi seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Karakteristik Lahan Kering

Menurut Hasimu & Chen (2014) jenis tanah yang dapat dibuka dengan pembuka alur tipe *hoe* pada lahan kering adalah jenis tanah liat berpasir (pasir 70 g/kg, debu 16 g/kg dan liat 14 g/kg). Daya sanggah tanah pada kedalaman 0 – 100 mm adalah rata – rata 209 kPa (Standar deviasi: 55 kPa) dan kadar air tanah sebesar 25,8% (basis kering) (Standar deviasi: 0,44 %). Pembuka alur tipe *hoe* dapat membuk alur tanah jenis tanah liat berpasir dengan gaya *draft* tanah adalah 100 N (kedalaman 25 mm) dan 200 N (kedalaman 50 mm).

Desain implemen tanam benih langsung tumpang sari (*drum seeder*)

Implemen tanam benih langsung (*drum seeder*) yang didesain terdiri dari 2 tipe, yaitu: *drum seeder* tumpang sari padi gogo – jagung (Gambar 2) dan *drum seeder* tumpang sari padi gogo – kedelai (Gambar 3). Secara umum

drum seeder terdiri dari 6 bagian, yaitu: 1. Rangka utama, 2. Tiga titik gandeng, 3. Tabung benih, 4. Pembuka alur, 5. Penutup alur, dan 6. Roda penggerak.

Bagian rangka utama berfungsi sebagai tumpuan bagian tiga titik gandeng, tabung benih, pembuka alur dan roda penggerak. Bagian ini terbuat dari besi kotak dengan ukuran 40 mm x 40 mm x 1 mm dan lebar bentangan rangka utama adalah 2200 mm untuk implemen tanam benih tumpang sari padi gogo – jagung dan 2600 mm untuk implemen tanam benih tumpang sari padi gogo – kedelai. Untuk menggandengkan implemen dengan traktor roda empat diperlukan bagian tiga titik gandeng yang sesuai dengan spesifikasi traktor roda empat berdaya 18 – 45 Hp.

Bagian ini terbuat dari besi plat lebar 80 mm dan tebal 10 mm. Bagian roda penggerak berfungsi sebagai penggerak atau pemutar bagian tabung benih yang terhubung dengan poros tabung benih. Bagian roda penggerak terbuat dari besi pipa berdiameter 20 mm dilengkapi dengan bagian runcing berbentuk “V” dengan jumlah 24 buah. Bagian roda penggerak memiliki diameter 550 mm.

Bagian pembuka alur berfungsi untuk membuka alur tanam benih dengan kedalaman tanam sesuai yang didesain. Bagian pembuka alur dibuat dari besi kotak ukuran 40 mm x 40 x 1 mm dengan dilengkapi dengan mata pembuka alur seperti berbentuk *hoe* yang dirancang oleh Hasimu & Chen (2014). Bagian penutup alur sebagai penutup permukaan tanah yang telah diisi oleh benih. Bagian penutup alur dibuat dengan menggunakan besi

kotak ukuran 40 x 40 x 1 mm dilengkapi dengan besi plat dengan tebal 2 mm.

Bagian tabung benih berfungsi sebagai penampung benih. Untuk implemen *drum seeder* tumpang sari padi gogo – jagung terdiri dari dua jenis tabung benih, yaitu tabung benih padi gogo berjumlah satu buah dan tabung benih jagung berjumlah dua buah.

Implemen *drum seeder* tumpang sari padi gogo – kedelai terdiri dari dua jenis tabung benih, yaitu tabung benih padi gogo berjumlah dua buah dan tabung benih kedelai berjumlah satu buah. Jumlah lubang di pipa PVC ditentukan dengan menggunakan data jarak dalam baris masing–masing komoditi (Tabel 2). Dari hasil perhitungan maka jumlah lubang padi yang dibuat dalam satu baris adalah 16 lubang dengan jarak dalam baris 108 mm, jagung 14 lubang dengan jarak dalam baris 123,4 mm dan kedelai 9 lubang dengan jarak dalam baris 192 mm. kedua *drum seeder* memiliki diameter drum (paralon) yang sama, yaitu 16,5 cm dan diameter roda penggerak yang sama, yaitu 55 cm. Dengan menggunakan karakteristik benih pada Tabel 1 dapat ditentukan pengisian ulang benih.

Pada *drum seeder* tumpang sari padi gogo–jagung pengisian ulang benih padi gogo sebesar 5 kg dan jagung sebesar 2,65 kg setelah melakukan penanaman sejauh 900 m (Tabel 3). Pada *drum seeder* tumpang sari padi gogo – kedelai pengisian ulang benih padi gogo sebesar 5 kg dan kedelai sebesar 4,29 kg setelah melakukan penanaman sejauh 900 m (Tabel 4).

Tabel 1. Karakteristik benih

No.	Nama Benih	Sudut Curah (Derajat)	Bulk Density (kg/cm ³)	Berat (kg)/100 butir
1	Padi gogo varietas Inpago 11	23,67	608,5	0,003
2	Jagung varietas Hibrida Bisi	9,83	870,1	0,038
3	Kedelai varietas Dena 1	14,56	760,25	0,016

Tabel 2. Analisis perhitungan Desain lubang benih drum seeder

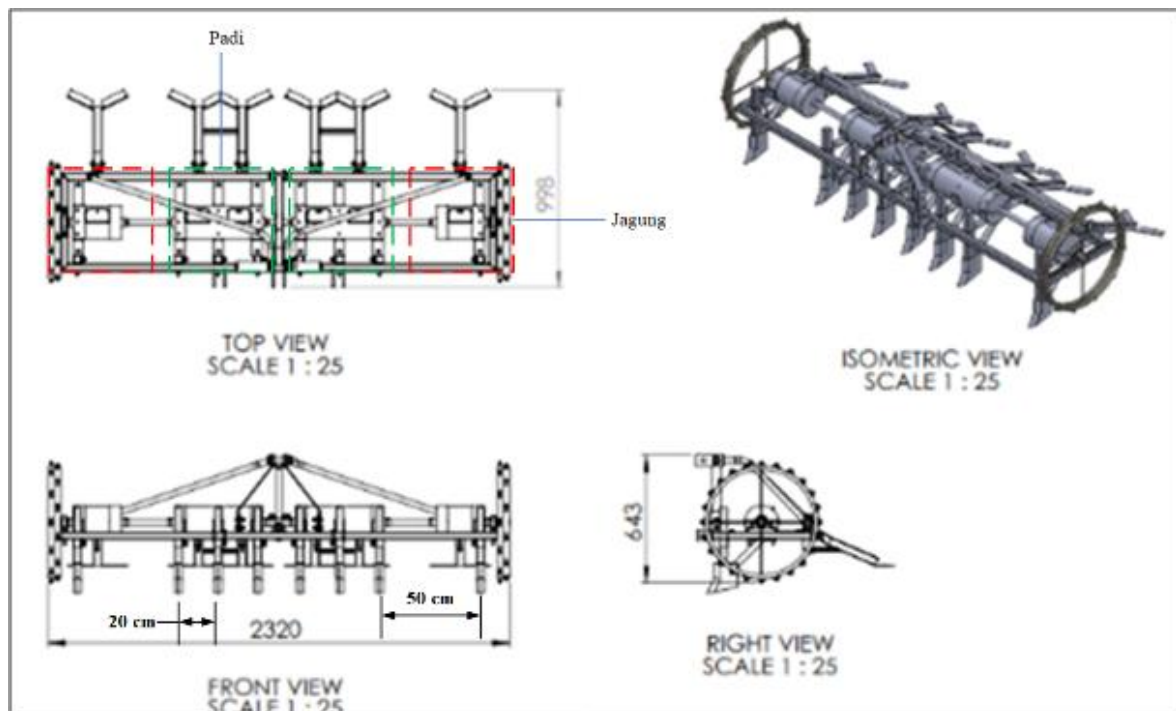
Parameter	Simbol	Satuan	Padi gogo	Jagung	Kedelai
Jarak tanam dalam baris	l	mm	100	125	200
Diameter drum (paralon)	d ₁	mm	165	165	165
Diameter roda besi	d ₂	mm	550	550	550
Keliling drum (paralon)	K ₁	mm	518,57	518,57	518,57
Keliling roda besi	K ₂	mm	1728,57	1728,57	1728,57
Jarak lintasan roda besi	L ₂	mm	100	125	200
Jarak antar lubang drum	L ₁	mm	30,00	37,50	60,00
Jumlah lubang drum	n	lubang	17,29	13,83	8,64
Jumlah lubang drum (koreksi dan penyesuaian)	n	lubang	16	14	9
Jarak antar lubang drum (koreksi dan penyesuaian)	L ₁	mm	32,41	37,04	57,62
Jarak tanam dalam baris (koreksi dan penyesuaian)	l	mm	108,04	123,47	192,06
Selisih jarak tanam	-	mm	8,04	-1,53	-7,94
Persentase selisih jarak tanam	-	%	8,04	-1,22	-3,97

Tabel 3. Analisis perhitungan pengisian ulang benih pada drum seeder tumpang sari padi gogo – jagung

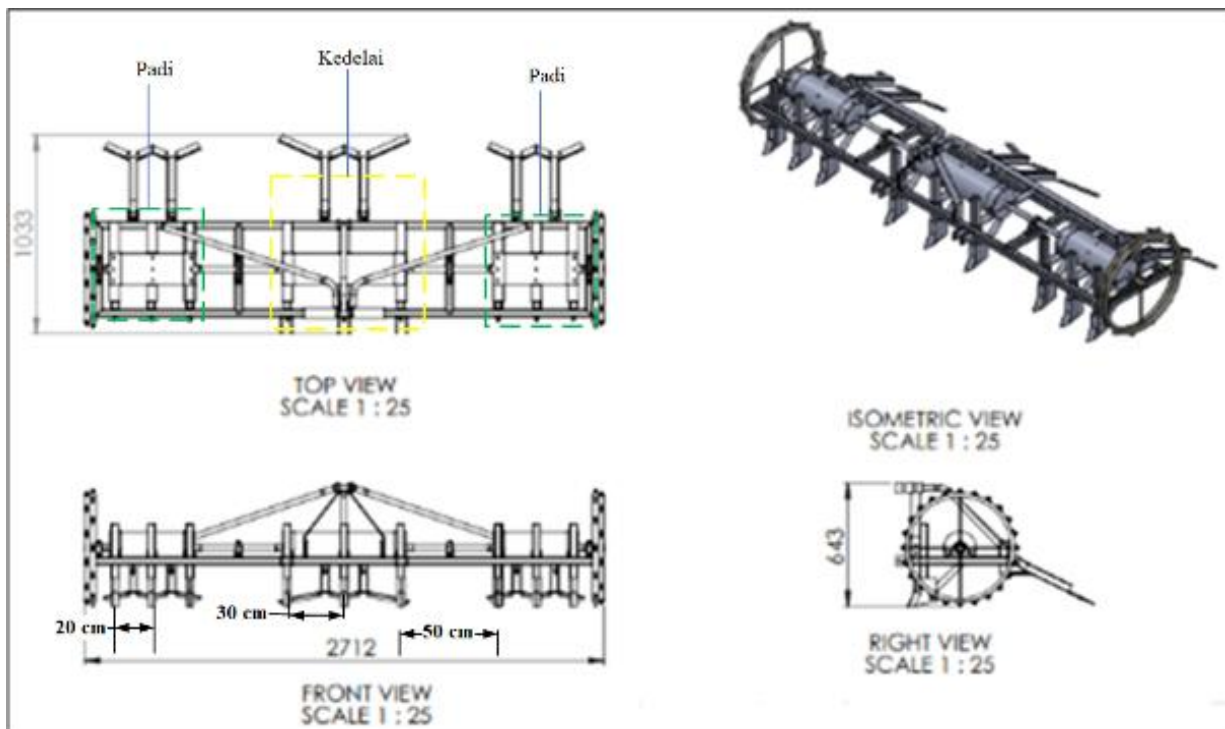
Keterangan	Satuan	Padi Gogo	Jagung
Diameter tabung benih	m	0,165	0,165
Tinggi tabung benih	m	0,44	0,24
Volume tabung benih	m ³	0,00941	0,00513
Bulk density benih	kg/m ³	608,5	870,1
Kapasitas bobot benih	kg	5,73	4,47
Kapasitas bobot benih (pembulatan)	kg	5,00	4,00
Benih per lubang	biji	7	1
Berat Benih per biji	kg	0,00003	0,00038
Jarak tanam dalam baris	m	0,108	0,123
Panjang lintasan	m	100	100
Jumlah baris per tabung benih	baris	3	1
Jumlah lubang per baris	lubang	926	813
Jumlah lubang per tabung benih	lubang	2778	813
Berat Benih yang dikeluarkan per 100 m	kg	0,583	0,309
Jumlah lintasan per 100 m	Lintasan	9	13
Benih pertama habis setelah menempuh 900 m	-	Benih padi gogo habis terlebih dahulu	Benih jagung tersisa
Benih yang keluar setelah menempuh 900 m	kg	5,00	2,65
Sisa benih	kg	0	1,35
Pengisian ulang benih setiap menempuh 900 m	kg	5,00	2,65

Tabel 4. Analisis perhitungan pengisian ulang benih pada *drum seeder* tumpang sari padi gogo – kedelai

Keterangan	Satuan	Padi Gogo	Kedelai
Diam eter tabung benih	m	0,165	0,165
Tinggi tabung benih	m	0,44	0,64
Volume tabung benih	m ³	0,00941	0,01369
<i>Bulk density</i> benih	kg/m ³	608,5	760,25
Kapasitas bobot benih	kg	5,73	10,41
Kapasitas bobot benih (pembulatan)	kg	5,00	10,00
Benih per lubang	biji	7	2
Berat Benih per biji	kg	0,00003	0,00016
Jarak tanam dalam baris	m	0,108	0,192
Panjang lintasan	m	100	100
Jumlah baris per tabung benih	baris	3	3
Jumlah lubang per baris	lubang	926	521
Jumlah lubang per tabung benih	lubang	2778	1563
Berat Benih yang dikeluarkan per 100 m	kg	0,583	0,500
Jumlah lintasan per 100 m	Lintasan	9	20
Benih pertama habis setelah menempuh 900 m	-	Benih padi gogo habis terlebih dahulu	Benih jagung tersisa
Benih yang keluar setelah menempuh 900 m	kg	5,00	4,29
Sisa benih dalam tabung benih	kg	0	5,71
Pengisian ulang benih setiap menempuh 900 m	kg	5	4,29



Gambar 2. Desain *drum seeder* tumpang sari padi gogo – jagung



Gambar 3. Desain *drum seeder* tumpang sari padi gogo – kedelai

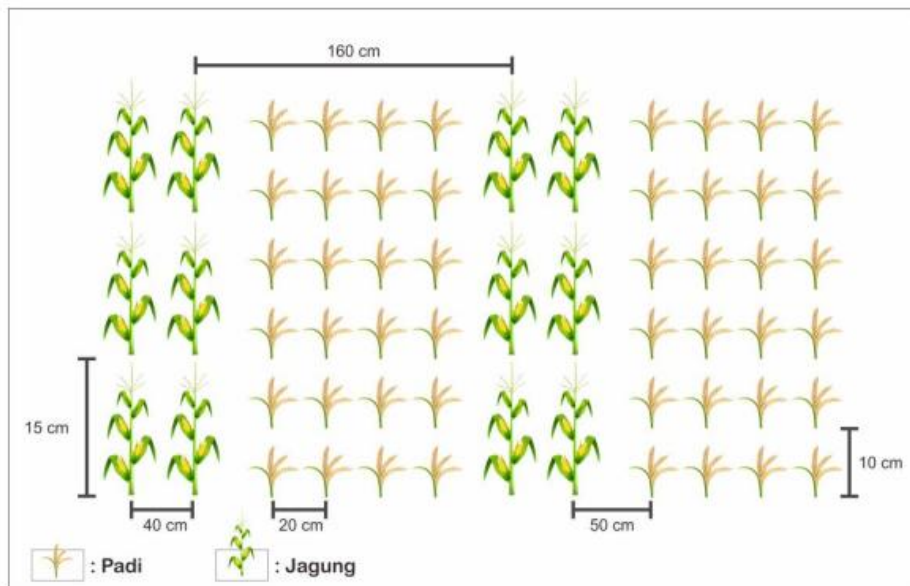
Metode Uji

Penyiapan lahan tanam

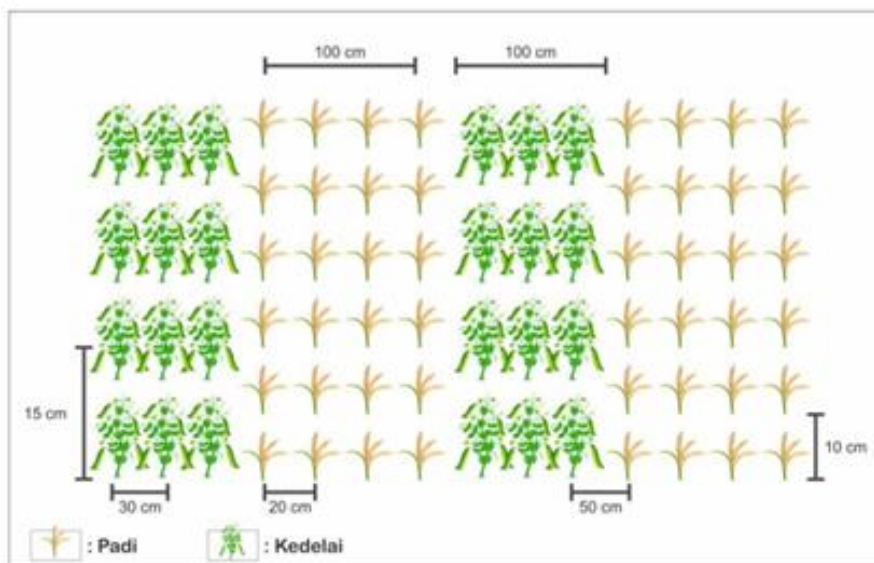
Untuk lahan tanam tumpang sari dengan implemen *drum seeder* berbentuk segi empat dengan perbandingan panjang dan lebar adalah 2:1, lebar minimum petak uji adalah 10 kali lebar kerja implemen serta permukaan tanah rata. Untuk lahan tanam tumpang sari dengan implemen *drum seeder* perlu dilakukan pengolahan tanah dengan pengolahan tanah pertama dengan bajak singkal atau bajak piring baik dengan traktor roda empat atau dua.

Kemudian dilanjutkan pencampuran tanah dengan pengolahan tanah kedua dengan bajak rotari. Luas minimal lahan yang akan ditanami oleh *drum seeder* adalah 0,18 ha untuk memudahkan dalam pengoperasian *drum seeder* ini.

Pola tanam tumpang sari dengan *drum seeder*, pola tanam tumpang sari padi gogo – jagung pada lahan kering yang dikembangkan oleh BPTP Jatim (2018) seperti pada Gambar 4. Pola tanam tumpang sari padi gogo – kedelai pada lahan kering yang dikembangkan oleh BPTP Jatim (2018) seperti pada Gambar 5.



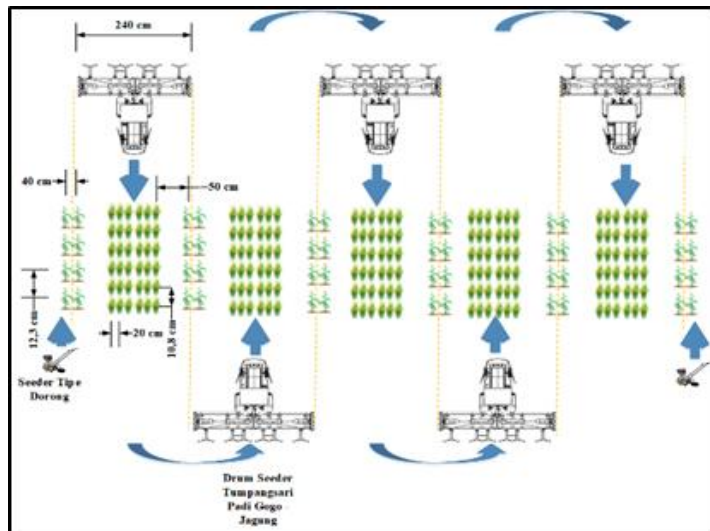
Gambar 4. Pola tanam tumpang sari padi gogo – jagung yang dikembangkan BPTP jatim (2018)



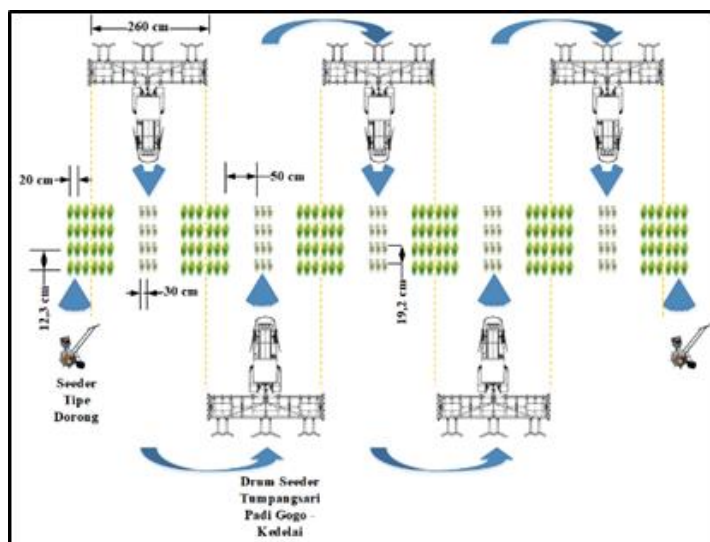
Gambar 5. Pola tanam tumpang sari padi gogo – kedelai yang dikembangkan BPTP jatim (2018)

Pola tanam *drum seeder* tumpang sari padi gogo - jagung adalah pola bolak balik rapat. Pola tanam dengan *drum seeder* padi gogo – jagung (Gambar 6) untuk sekali melintas terdiri dari 6 baris padi gogo dan 2 baris jagung. Pola tanam *drum seeder* tumpang sari padi gogo -

kedelai adalah pola bolak balik rapat. Pola tanam dengan *drum seeder* padi gogo – kedelai (Gambar 7) untuk sekali melintas terdiri dari 6 baris padi gogo dan 3 baris kedelai (Budiman, 2016).



Gambar 6. Pola tanam *drum seeder* tumpang sari padi gogo – jagung



Gambar 7. Pola tanam *drum seeder* tumpang sari padi gogo – kedelai

Prosedur Uji kinerja

Pengukuran parameter dilakukan setelah mesin siap untuk dioperasikan. Setelah diperoleh kondisi yang diharapkan, mesin siap dioperasikan dan dilakukan pengukuran terhadap beberapa parameter berikut yang meliputi:

- a) Kecepatan jalan operasi (1 – 3) km/jam.
- b) Kecepatan kerja operasi, diukur dengan cara mencatat waktu tempuh alat pada jarak lintasan 10 m pada saat beroperasi. Pengukuran dilakukan minimum 5 kali dalam setiap petak uji.
- c) Kapasitas lapang efektif diukur dengan mencatat luas hasil kerja dibagi waktu yang dibutuhkan alat beroperasi dalam setiap petak uji. Pengukuran kapasitas lapang efektif dilakukan minimum 5 kali petak uji.

- d) Slip roda pemutar alat tanam.
- e) Waktu total, merupakan jumlah waktu kerja efektif dan waktu kerja tidak efektif, diukur sejak alat mulai digunakan untuk operasi penanaman dan pemupukan sampai dengan selesai dalam satu petak uji.
- f) Luas tanah yang tertanam, dilakukan dengan cara mengukur luasan lahan yang sudah ditanam dari suatu petak uji.
- g) Kualitas penanaman dilakukan dengan mencatat jarak dalam baris penanaman, kedalaman penanaman biji, jumlah biji tiap lubang, jumlah lubang terisi biji dan jumlah lubang kosong biji dilakukan tiap 5 kali putaran roda sebanyak lima kali ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Fungsional *Drum seeder* Tumpang Sari

Pengujian fungsional dilakukan sebelum dilakukan pengujian kinerja lapang. Pengujian fungsional dilakukan untuk mengetahui bagian – bagian dari *drum seeder* tumpang sari dapat berfungsi dengan baik. Pengujian fungsional ini dilakukan secara statis dan dinamis. Pada *drum seeder* tumpang sari padi gogo – jagung diperoleh keluaran untuk benih padi gogo berjumlah 7 biji dan benih jagung berjumlah 1 biji.

Pada *drum seeder* tumpang sari padi gogo – kedelai diperoleh keluaran untuk benih padi gogo berjumlah 7 biji dan benih kedelai berjumlah 2 biji. Pada *drum seeder* tumpang sari

padi gogo – jagung didapatkan jarak dalam baris untuk benih padi gogo berjarak 11 cm dan benih jagung berjarak 13 cm. Pada *drum seeder* tumpang sari padi gogo – kedelai didapatkan jarak dalam baris untuk benih padi gogo berjarak 11 cm dan benih kedelai berjarak 20,5 cm.

Dari hasil pengujian fungsional *drum seeder* tumpang sari padi gogo – jagung dan padi gogo – kedelai diperoleh pola tanam tumpang sari yang sudah sesuai dengan yang diDesain seperti pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Pengujian Kinerja *Drum seeder* Tumpang Sari

Pada Tabel 5 diperlihatkan bahwa dari hasil uji kinerja didapatkan kapasitas lapang efektif *drum seeder* tumpang sari padi gogo–jagung dan *drum seeder* tumpang sari padi gogo–kedelai masing–masing 0,59 ha/jam dan 0,63 ha/jam dengan kecepatan kerja lapang 2,52 km/jam dan 2,46 km/jam.

Kapasitas lapang dari kedua *drum seeder* lebih besar daripada kapasitas lapang *drum seeder* dari (Karim *et al.*, 2015) dan (Singh *et al.*, 2016), masing – masing 0,14 ha/jam dan 0,131 ha/jam. Hal ini disebabkan oleh kedua *drum seeder* tersebut masih ditarik dengan tenaga manusia sehingga kecepatan kerjanya masih lambat sehingga waktu kerja dari alat tersebut membutuhkan waktu yang cukup lama dibandingkan dengan *drum seeder* yang ditarik dengan traktor roda 4.

Tabel 5. Hasil uji kinerja *drum seeder* tumpang sari padi gogo – jagung dan padi gogo – kedelai

Uji kinerja	Satuan	<i>Drum Seeder</i>	
		Padi Gogo - Jagung	Padi Gogo - Kedelai
Luas lahan uji	ha	0,14	0,17
Total waktu operasi	jam	0,34	0,43
Total waktu belok	jam	0,10	0,16
Total waktu kerja	jam	0,23	0,28
Kapasitas lapang efektif	ha/jam	0,59	0,63
Lebar kerja teoritis	m	2,40	2,60
Kapasitas lapang teoritis	ha/jam	0,72	0,78
Efisiensi	%	82,14	80,93
Konsumsi BBM	liter/jam	2,68	2,67
Kecepatan kerja lapang	km/jam	2,52	2,46
Persentase slip roda TR4	%	3,34	3,47
Persentase slip roda tanam	%	4,46	2,37

Kapasitas lapang teoritis didapatkan nilai untuk *drum seeder* tumpang sari padi gogo–jagung dan padi gogo–kedelai adalah 0,72 ha/jam dan 0,78 ha/jam, sehingga efisiensi dari *drum seeder* tumpang sari padi gogo–jagung dan padi gogo–kedelai adalah 82,14% dan 80,93%.

Kebutuhan dan Pemakaian Benih serta Kualitas Tanam *Drum seeder* Tumpang Sari

Pemakaian benih hasil pengujian lapang menunjukkan bahwa benih padi gogo dan benih jagung untuk *drum seeder* tumpang sari padi gogo – jagung adalah 39,02 kg/ha dan 23,66 kg/ha.

Untuk jagung sudah mendekati dari nilai kebutuhan benih jagung, yaitu 25,75 kg/ha. Namun berbeda dengan benih jagung, kebutuhan benih padi gogo, yaitu 48,61 kg/ha berbeda cukup besar dengan pemakaian benih

padi gogo dengan selisih 8,8 kg/ha. Hal ini dikarenakan terjadi slip di roda penggerak tanam sehingga tabung benih tidak berputar saat penanaman.

Pemakaian benih hasil pengujian lapang menunjukkan benih padi gogo dan benih kedelai untuk *drum seeder* tumpang sari padi gogo – kedelai adalah 36,07 kg/ha dan 16,85 kg/ha. Untuk kedelai sudah mendekati dari nilai kebutuhan benih kedelai, yaitu 19,23 kg/ha. Namun berbeda dengan benih kedelai, kebutuhan benih padi gogo, yaitu 44,87 kg/ha berbeda cukup besar dengan pemakaian benih padi gogo dengan selisih 9,59 kg/ha. Hal ini disebabkan karena terjadi slip di roda penggerak tanam sehingga tabung benih tidak berputar saat penanaman. Slip di roda penggerak terjadi juga pada implemen penanam sorghum dengan nilai 2,07% yang mempengaruhi perputaran *metering device* (Kumar et al., 2015).

Tabel 6. Kebutuhan dan pemakaian benih *drum seeder*

<i>Drum Seeder</i>	Kebutuhan Benih			Pemakaian Benih		
	Padi (kg/ha)	Jagung (kg/ha)	Kedelai (kg/ha)	Padi (kg/ha)	Jagung (kg/ha)	Kedelai (kg/ha)
Padi Gogo - Jagung	48,61	25,75	-	39,02	23,66	-
Padi Gogo - Kedelai	44,87	-	19,23	36,07	-	16,85

Dari Tabel 6 diperlihatkan bahwa kebutuhan benih padi gogo dan benih jagung untuk *drum seeder* padi gogo – jagung sudah mendekati nilainya dengan kebutuhan benih padi gogo dan benih jagung yang dikeluarkan oleh BPTP Jatim (2018), yaitu sebesar untuk padi gogo 50 kg/ha dan jagung 20 kg/ha.

Pada Tabel 6 memperlihatkan bahwa kebutuhan benih padi gogo dan benih kedelai untuk *drum seeder* padi gogo – kedelai sudah mendekati nilainya dengan kebutuhan benih padi gogo dan benih kedelai yang dikeluarkan oleh BPTP Jatim (2018), yaitu sebesar untuk padi gogo 50 kg/ha dan kedelai 40 kg/ha.

Tabel 7. Kualitas tanam hasil uji kinerja *drum seeder*

<i>Drum Seeder</i>	Kedalaman Tanam			Jarak Dalam Baris			Persentase Lubang Kosong			Persentase Tanaman Yang Tidak Tumbuh (10 HST)		
	Padi	Jagung	Kedelai	Padi	Jagung	Kedelai	Padi	Jagung	Kedelai	Padi	Jagung	Kedelai
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Padi Gogo - Jagung	6,06	6,09	-	11,05	12,99	-	5,20	5,50	-	10,03	11,44	-
Padi Gogo - Kedelai	6,50	-	6,34	11,33	-	20,46	5,30	-	5,60	10,35	-	11,73

Dari Tabel 7 diperlihatkan bahwa dari hasil uji kinerja didapatkan kedalaman tanam untuk *drum seeder* padi gogo – jagung yaitu padi 6,06 cm dan jagung 6,5 cm. sedangkan menurut BPTP Kalteng (2013), mengatakan bahwa kedalaman benih padi gogo yang tepat berada pada kedalaman 4 -5 cm. Hal ini disebabkan pada kedalaman tersebut kelembapan tanah masih terjaga. Kedalaman yang optimal untuk pertumbuhan benih jagung adalah 5 cm (Pratama *et al.*, 2014).

Untuk *drum seeder* tumpang sari padi gogo – kedelai diperoleh kedalaman tanam, yaitu padi gogo 6,5 cm dan kedelai 6,34 cm. Jarak dalam baris hasil pengujian *drum seeder* tumpang sari padi gogo – jagung untuk padi gogo 11,045 cm dan jagung 12,99 cm.

Jarak dalam baris hasil pengujian ini mendekati nilai jarak dalam baris yang sudah direncanakan, yaitu padi gogo 10,8 cm dan jagung 12,3 cm. Jarak dalam baris hasil

pengujian *drum seeder* tumpang sari padi gogo – kedelai untuk padi gogo 11,325 cm dan kedelai 20,46 cm. jarak dalam baris hasil pengujian ini mendekati nilai jarak dalam baris yang sudah direncanakan, yaitu padi gogo 10,8 cm dan kedelai 19,2 cm.

Jarak dalam baris aktual lebih panjang daripada jarak dalam baris teoritis disebabkan

karena terjadinya slip pada roda penggerak *drum seeder* sehingga *drum seeder* tidak ikut berputar saat penanaman. Bentuk dan bahan roda penggerak menjadi komponen yang penting dalam mengurangi slip pada roda penggerak (Hermawan et al., 2015).



(a)



(b)



(c)

Gambar 8. Pertumbuhan tanaman setelah 10 HST (a) padi gogo, (b) jagung, (c) kedelai

Pengukuran jumlah lubang kosong (*missing hill*) biji dilakukan sesaat setelah penanaman dengan alat *drum seeder* selesai dilakukan. Persentase lubang kosong yang diperoleh dari *drum seeder* tumpang sari padi

gogo – jagung, yaitu benih padi gogo 5,2% dan benih jagung 5,5%. Untuk *drum seeder* tumpang sari padi gogo – kedelai didapatkan persentase lubang kosong adalah benih padi gogo 5,3% dan benih kedelai 5,6%. Dari kedua alat tersebut

memiliki lubang kosong yang lebih kecil dari yang ditetapkan oleh SNI:8754 Badan Standarisasi Nasional (BSN) yang menetapkan lubang kosong maksimal sebesar 6% untuk alat tanam biji-bijian yang ditarik oleh traktor roda empat. Pengukuran persentase tanaman yang tidak tumbuh dilakukan pada 10 Hari Setelah Tanam (HST) (Gambar 8).

Pengamatan dilakukan untuk mengetahui daya tumbuh dari benih tiap lubang tanam. Persentase tanaman yang tidak tumbuh yang diperoleh dari *drum seeder* tumpang sari padi gogo – jagung, yaitu padi gogo 10,03% dan jagung 11,44%. Pada *drum seeder* tumpang sari padi gogo – kedelai didapatkan persentase tanaman yang tidak tumbuh untuk padi gogo 10,35% dan kedelai 11,73%

Perkecambahan biji bergantung pada *imbibisi*, penyerapan air akibat potensial air yang rendah pada biji yang kering. Air yang ber-*imbibisi* menyebabkan biji mengembang dan memecah kulit pembungkusnya dan juga memicu perubahan metabolik pada *embrio* yang menyebabkan biji tersebut melanjutkan pertumbuhan.

Enzim-enzim akan mulai mencerna bahan-bahan yang disimpan pada *endosperma* atau *kotiledon* dan *nutrient -nutriennya* dipindahkan ke bagian *embrio* yang sedang tumbuh. Organ pertama yang muncul dari biji yang berkecambah adalah *radikula*, yaitu akar *embrionik*. Berikutnya tunas harus menembus permukaan tanah (Campbell & Reece, 2012).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari kerekayasaan ini adalah:

1. *Drum seeder* tumpang sari dapat berfungsi menanam benih dengan sistem tumpang sari komoditi padi gogo – jagung dan komoditi padi gogo – kedelai.
2. Kapasitas lapang efektif untuk *drum seeder* pada komoditas tumpang sari padi gogo - jagung sebesar 0,59 ha/jam dengan efisiensi 82,14% sedangkan pada komoditas padi gogo - kedelai sebesar 0,63 ha/jam dengan efisiensi 80,93%.
3. Kebutuhan benih *drum seeder* tumpang sari untuk komoditas padi gogo - jagung yaitu 48,61 kg/ha untuk komoditas padi gogo dan 25,75 kg/ha untuk komoditas jagung. Kebutuhan benih *drum seeder* tumpang sari untuk komoditas padi gogo – kedelai, yaitu 44,87 kg/ha untuk komoditas padi gogo dan 19,23 kg/ha untuk komoditas kedelai.
4. Persentase lubang kosong hasil uji *drum seeder* tumpang sari padi gogo -jagung, untuk benih padi 5,2% dan benih jagung 5,5%. Sedangkan persentase lubang kosong hasil uji *drum seeder* tumpang sari padi gogo - kedelai, untuk benih padi 5,3% dan benih kedelai 5,6%.

Saran

Untuk meningkatkan kinerja implemen penanam diperlukan perbaikan desain terutama bagian penutup tabung benih dan roda penggerak untuk mengurangi *missing hill* dari alat *drum seeder* tumpang sari.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M., Sarker, S., & Momin, M. A. (2007). *Profitability of rice production using a drum seeder. J. Bangladesh Agri. Univ*, 5(1), 135-144.
- Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, (2016). *Laporan tahunan BBP Mektan tahun 2015*. Balitbang Pertanian. Kementerian Pertanian. (hal. 35).
- Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, (2017). *Efisiensi proses produksi dengan alsin rota-tanam. Warta kerekayasaan dan pengembangan pertanian*, 39(2), 1.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur. (2018). *Petunjuk teknik budidaya tumpang sari pajale sistem tanam rapat*. Balitbang Pertanian. Kementerian Pertanian. (hal. 6-11).
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Tengah. (2013). *Petunjuk teknis pengelolaan tanaman terpadu (PTT) padi gogo*. Balitbang Pertanian. Kementerian Pertanian. (hal. 16).
- Badan Litbang Pertanian. (2015). *Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia. Luas Penyebaran, dan Potensi Ketersediaan*. Balitbang Pertanian, Kementrian Pertanian. (hal 62).
- Budiman, D. A. (2016). *Pengujian dan evaluasi alat tanam jagung model HPCP-01 tipe dorong sistem injeksi pada lahan sempit. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian V Polinela*.
- Campbell, N. A. & Reece, J. B. (2012). *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Dewi, S. S., Soelistyono, R., & Suryanto, A. (2014). *Kajian pola tanam tumpang sari padi gogo (Oryza sativa L.) dengan jagung manis (Zea mays saccharate Sturt L.)*. *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(2), 137-144.
- Hasimu, A., & Chen, Y. (2014). *Soil disturbance and draft force of selected seed openers. Soil & Tillage Research*. 140 (7), 48-54. <http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2014.02.011>
- Hermawan, W., Mandang, T., Sutejo, A., & Sitorus, A. (2015). *Evaluasi sistem penggerak dan modifikasi mesin penanam jagung bertenaga tractor tangan. Jurnal Keteknikan Pertanian*. 3(1), 25-32.
- Karim, M. F., Alam, M., Ali, M. R., & Kozan, O. (2015). *Design and development of a drum seeder with urea super granule application for rural farmers in Bangladesh. Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 17(3), 61-71.
- Kumar, R., Adamala, S., Rajwade, Y. A., & Singh, H. V. (2015). *Performance evaluation of a tractor mounted pneumatic planter for sorghum in dryland. African Journal of Agricultural Research*, 10(39), 3767-3772. doi:10.5897/AJAR2015.10048
- Latati, M., Blavet, N., Alkama, N., Laoufi, H., Drevon, J. J., Gerard, F., Pansu, M., & Ounane, S.M. (2014). *The intercropping cowpea-maize improves soil phosphorus availability and maize yields in an alkaline soil. Plant Soil*, 385, 181-191. doi: 10.1007/s11104-014-2214-6
- Mulyani, A. & Sarwani, M. (2013). *Karakteristik dan potensi lahan suboptimal untuk pengembangan pertanian di Indonesia. Jurnal Sumberdaya Lahan*, 7(1), 47-58.
- Pratama, H. W., Baskara, M., & Guritno B. (2014). *Pengaruh ukuran biji dan kedalaman tanam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (Zea mays saccharate Sturt)*. *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(7), 576-582.
- Resmayeti, P. (2012). *Peluang pengembangan penangkar kedelai di Banten. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Balitkabi*
- Singh, U. V., Kumar, D., & Moses D. S. C. (2016). *Performance evaluation of manually operated paddy drum seeder in puddled field. Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 9(6), 69-83. doi:10.9790/2380-0906026983
- BSN. (2019). SNI:8754. *Alat penanam biji-bijian dan pemupuk ditarik traktor roda empat*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Song, Y. N., Zhang, F. S., Marschner, P., Fan, F. L., Gao, H. M., Bao, X. G., Sun, J. H., & Li, L. 2007. *Effect of intercropping on crop yield and chemical and microbiological properties in rhizosphere of wheat (Triticum aestivum L.), maize (Zea mays L.), and faba bean (Vicia faba L.)*. *Bio Fertil Soils*, 43, 565-574. doi:10.1007/s00374-006-0139-9
- Taufiq, A. & Sundari, T. (2012). *Respons tanaman kedelai terhadap lingkungan tumbuh. Buletin Palawija*, 23, 13–26.
- Trenbath, B.R. (1996). *Plant Interaction in Mixed Crop Communities*. In Mathia - Stelly Multiple Cropping. Wisconsin: American Society of Agronomy.